

19



Octrooiraad
Nederland

11 192931

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 8801691

51 Int.Cl.⁶
F15D1/06, F17D1/08, F17D1/16

22 Ingediend: 04.07.88

30 Voorrang:
02.11.87 US 0000116480

73 Octrooihouder(s):
Intevp, S.A. te Caracas, Venezuela (VE).

43 Ter inzage gelegd:
01.06.89 I.E. 89/11

74 Gemachtigde:
Ir. L.C. de Bruijn c.s. te 2517 KZ Den Haag.

44 Openbaargemaakt:
05.01.98 I.E. 98/01

47 Dagtekening:
07.05.98

45 Uitgegeven:
01.07.98 I.E. 98/07

54 Werkwijze voor het opnieuw starten van een kernstroom van visceuze olie in een pijpleiding.

Werkwijze voor het opnieuw starten van een kernstroom van visceuze olie in een pijpleiding

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het na een onderbreking herstarten van het door een pijpleiding verpompen van visceuze olie onder toevoeging van een laagvisceuze vloeistof, 5 waarbij onder stabiele pompomstandigheden een kernstroom van de visceuze olie wordt ingesteld, omgeven door een mantelstroom van de laagvisceuze vloeistof.

Een dergelijke werkwijze is bekend uit de Nederlandse octrooiaanvraag NL-A-7105973. In deze aanvraag wordt een werkwijze beschreven voor het verpompen van een centrale oliekern die is omgeven door een watermantel tussen de olie en de wand van de pijpleiding. Hierdoor wordt de stromingsweerstand bij het 10 verpompen van de olie verminderd.

Wrijvingsverliezen treden vaak op gedurende het pompen van visceuze vloeistoffen door een pijpleiding. Deze verliezen zijn het gevolg van de afschuifspanningen tussen de pijpwand en de vloeistof die wordt getransporteerd. Als deze wrijvingsverliezen groot zijn treden aanzienlijke drukdalingen op langs de pijpleiding. In extreme situaties kan de visceuze vloeistof die wordt getransporteerd vastplakken aan de 15 pijpwallen, in het bijzonder op plaatsen waar scherpe wijzigingen in de stroomrichting aanwezig zijn.

Bij elke normale verpomping van ruwe olie bestaat er een aanzienlijke mogelijkheid van storing waardoor de werking wordt onderbroken. Mechanisch gebrek van een pomp bijvoorbeeld, een storing in het elektrisch vermogen of een breuk in de pijpleiding kan de stroom van olie door de pijpleiding onderbreken. Als kernstroom wordt gebruikt voor het transport van visceuze olie door een pijpleiding kunnen onderbrekingen 20 in de werking gedurende relatieve korte tijdsperioden leiden tot laagvorming tussen de fasen. Pogingen om de kernstroom opnieuw te starten door tegelijkertijd de pompen voor vloeistof met lage viscositeit en die voor visceuze olie te starten kunnen grote drukpieken opwekken bij de uitlaat van de pompen of langs de pijpleiding. Deze grote drukpieken kunnen leiden tot een defect in de pijpleiding omdat de druk zou kunnen stijgen tot boven de toelaatbare maximale werkdruk.

Het is daarom doel van de onderhavige uitvinding een werkwijze te verschaffen voor het opnieuw starten van kernstroom in een pijpleiding.

Verder is een doel van de uitvinding om een werkwijze zoals hierboven omschreven te verschaffen waarmee aanzienlijk de maximale druk die ontstaat gedurende het opstarten, kan worden gereduceerd.

Nog een ander doel van de onderhavige uitvinding is een werkwijze zoals boven omschreven te 30 verschaffen waarmee in aanzienlijke mate de grote drukfluctuaties in het systeem te niet worden gedaan.

Hiertoe is de werkwijze volgens de onderhavige uitvinding gekenmerkt, doordat bij het herstarten begonnen wordt met het op gang brengen van een stroom laagvisceuze vloeistof in een inlaatgedeelte van de pijpleiding, waarvan de stroomsnelheid geleidelijk wordt vergroot totdat een gewenste stabiele toestand is bereikt, waarna de stroom visceuze olie in het genoemde inlaatgedeelte van de pijpleiding op gang wordt 35 gebracht.

Als eenmaal de stroom van de visceuze olie op gang is gebracht, wordt deze geleidelijk vergroot of door het verstellen van een motor met variabele snelheid die is verbonden met een pomp die wordt gebruikt voor het tot stand brengen van een stroom van visceuze olie of door het verstellen van een regelklep in een omloopleiding voor visceuze olie.

Het is gebleken dat de maximale druk die ontstaat gedurende het opnieuw starten volgens de onderhavige uitvinding veel kleiner is dan de maximale druk die ontstaat als de pompen voor de visceuze olie en de vloeistof met lage viscositeit tegelijkertijd worden gestart. Deze maximale druk is ook kleiner dan de maximale druk die ontstaat gedurende technieken waarin de pomp voor de vloeistof met lage viscositeit wordt gestart bij de maximale stroomsnelheid. Andere voordelen van de werkwijze volgens de onderhavige 45 uitvinding omvatten het te niet doen van grote drukfluctuaties in het systeem, de mogelijkheid om kernstroom opnieuw te starten na lange stilstandperioden, dat wil zeggen stilstandperioden tot een week, en de mogelijkheid om kernstroom op te wekken in een betrekkelijk korte periode.

Opgemerkt zij dat uit US-A-3.904.248 bekend is om een suspensie van een vaste stof in een vloeistof te verpompen, nadat bij het uitschakelen van de pompwerking, de vaste stof zich op de bodem van de 50 pijpleiding heeft afgezet. Door een geleidelijke toename van de snelheid waarmee de vloeistof wordt verpompt kan een gelijkmatige suspensie worden verkregen zonder dat de vaste stof zich ophoopt en de pijpleiding verstopt. Het betreft hier echter slechts een enkele vloeistof en een enkele vaste stof die homogeen worden gemengd zonder dat een ringvormige mantel rondom een kernstroming wordt gevormd. Verder kan uit de publicatie niet worden afgeleid hoe een beperking van de drukvariaties bij het herstarten 55 van een hoogvisceuze en een laagvisceuze vloeistofstroom en het vormen van een kernstroom en een mantelstroom kunnen worden verkregen.

De werkwijze volgens de uitvinding omvat verder het tot een minimum beperken van de piekdruk die

ontstaat gedurende het opnieuw starten door het toevoegen van een spanningsactief middel aan de vloeistof met lage viscositeit. Als de vloeistof met lage viscositeit bestaat uit water, wordt de piekdruk tot een minimum beperkt door toevoegen van minder dan ongeveer 500 milligram per liter van een geschikt bevochtigmiddel in het water.

5

De werkwijze volgens de onderhavige uitvinding alsmede een inrichting voor het doorvoeren daarvan zal nader uiteen worden gezet aan de hand van de beschrijving van de tekening.

Figuur 1 geeft schematisch een systeem weer voor het tot stand brengen van een kernstroom in een pijpleiding waardoorheen visceuze olie wordt getransporteerd.

10 Figuur 2 geeft schematisch een gewijzigde uitvoeringsvorm weer van een systeem voor het tot stand brengen van een kernstroom in een pijpleiding waardoorheen visceuze olie wordt getransporteerd.

Figuur 3 geeft een grafische voorstelling weer waarin het drukverloop bij de ingang van een pijpleiding wordt weergegeven bij de werkwijze volgens het onderhavige voorstel.

15 Figuur 4 geeft een grafische voorstelling weer waarin het drukverloop bij de ingang van een pijpleiding wordt weergegeven gedurende een werkwijze voor het opnieuw starten die verschilt van die volgens het onderhavige voorstel.

Figuur 5 geeft een andere grafische voorstelling weer waarin het drukverloop wordt weergegeven gedurende een opnieuw starten met de werkwijze volgens het onderhavige voorstel.

20 De visceuze olie wordt verwijderd van een terrein met zware of extra zware olie of bitumen door een of meer putten. De opbrengst van elke put wordt op kenmerkende wijze gevoerd naar een centraal gelegen station van waaraf de visceuze olie wordt getransporteerd naar een eindstation voor verscheping naar een raffinaderij. Het centrale station en het eindstation worden met elkaar verbonden via een pijpleiding die zich vaak over lange afstanden uitstrekt. Binnen deze verbindingspijpleiding wordt een kernstroom gebruikt voor
25 het vergemakkelijken van het transport van de visceuze olie.

Een kenmerkend systeem 10 voor het tot stand brengen van een kernstroom in een pijpleiding 12 is weergegeven in figuur 1. In dit systeem komt de visceuze olie die moet worden getransporteerd een inlaatgedeelte van de pijpleiding binnen via een inspuitsmond 16. De oliestroom door de spuitmond 16 wordt geregeld door een pomp 18 waarvan de afvoer op zijn beurt wordt geregeld door een motor 20 met
30 variabele snelheid. De spuitmond 16 kan elke uit de stand van de techniek bekende gewenste constructie bezitten.

Zoals hiervoor besproken voorziet de kernstroom in het tot stand brengen van een ringvormige laag van vloeistof met lage viscositeit tussen de wand van de pijpleiding en het centrum of de kern van de stroom van visceuze olie. Deze ringvormige laag wordt tot stand gebracht door een vloeistof met lage viscositeit,
35 zoals water, te spuiten in het inlaatgedeelte 14 van de pijpleiding gewoonlijk op een plaats die ligt in de nabijheid van het afgeefde van de olie-inspuitsmond 16. De vloeistof met lage viscositeit wordt in de pijpleiding gespoten via een pomp 22. Geschikte middelen, die niet zijn weergegeven, kunnen zijn aangebracht om de afvoer van de pomp 22 te regelen en daardoor de stroomsnelheid van de vloeistof met lage viscositeit in de pijpleiding te regelen. Indien gewenst kan een niet weergegeven klep zijn aangebracht
40 in de leiding voor de vloeistof met lage viscositeit om de stroomsnelheid van de vloeistof met lage viscositeit te regelen.

Als de werking van de pijpleiding wordt onderbroken, zodat de stroom van visceuze olie en/of vloeistof met lage viscositeit ophoudt, ontstaat laagvorming tussen de twee in de pijpleiding aanwezige fasen. Het opnieuw starten van de kernstroom, in het bijzonder na een lange stilstandsperiode, kan moeilijk zijn. Er
45 kunnen bijvoorbeeld grote drukpieken bij de afvoer van de pompen in de pijpleiding of langs de pijpleiding optreden als zowel de pomp voor vloeistof met lage viscositeit als de pomp voor de visceuze olie tegelijkertijd worden gestart. Deze grote drukpieken kunnen de pompen en de pijpleiding beschadigen en verdere vertraging bij het opnieuw starten van de kernstroom veroorzaken. Het proces van het opnieuw starten volgens het onderhavige voorstel vermijdt op succesvolle wijze de problemen die optreden bij andere
50 procedures voor het opnieuw starten.

Volgens het onderhavige voorstel wordt de kernstroom opnieuw gestart door eerst het inspuiten van de vloeistof met lage viscositeit, dat wil zeggen water, in de pijpleiding 12 op gang brengen via het opstarten van de pomp 22. De stroom van vloeistof met lage viscositeit wordt dan geleidelijk vergroot zoals door het regelen van de afvoer van de pomp 22 met gebruikmaking van elke geschikte bekende techniek totdat een
55 toestand van stabiele aflevering van vloeistof met lage viscositeit is bereikt. Bij de stabiele toestand moet de stroomsnelheid van de vloeistof met lage viscositeit in hoofdzaak gelijk zijn aan de stroomsnelheid van de vloeistof met lage viscositeit voor de onderbreking. Er wordt op gewezen dat de stabiele toestand overeen-

komt met die welke bestond voor het defect en die met de tijd niet verandert.

De mate waarin de stroom van vloeistof met lage viscositeit wordt vergroot is belangrijk, omdat, als de stroom plotseling wordt vergroot, de gehele dwarsdoorsnede van de buis verstopt raakt met visceuze olie waardoor hoge drukpieken ontstaan. De mate van vergroting die moet worden gebruikt in bepaalde situaties is afhankelijk van de viscositeit van de olie, de stilstandsperiode, de lengte van de pijpleiding, de concentratie van vloeistof met lage viscositeit die wordt gebruikt gedurende de stabiele toestand, de diameter van de buis en de soort materiaal en de aanwezigheid van toevoegingen in de vloeistof met lage viscositeit. Een geschikte mate van vergroting kan worden bepaald uit de volgende vergelijking:

$$Q = (Q_{\max}/T_o)T \quad (1)$$

- 10 waarin Q = vergroting van de stroomsnelheid van de massa vloeistof met lage viscositeit;
 Q_{\max} = maximale stroomsnelheid van de vloeistofmassa met lage viscositeit bij de stabiele toestand;
 T_o = tijd die overeenkomt met het tot stand brengen van kern-ringvormige stroomomstandigheden;
 en
 T = verstreken tijd vanaf het opnieuw starten.

- 15 De waarde van T_o kan worden berekend uit de vergelijking:

$$T_o = kT_s^{1/2} \quad (2)$$

waarin T_s de stilstand in uren is en k een constante die afhangt van de eigenschappen van de olie en de behandeling van de wand van de pijpleiding. Voor de hierin behandelde gevallen $K = 1/65$.

- 20 Het doel van deze werkwijze is om op geleidelijke wijze de kritische snelheid te bereiken bij het scheidingsvlak tussen de gelaagde fasen van visceuze olie en vloeistof met lage viscositeit zodat het verkregen golvende scheidingsvlak bij de fase van visceuze olie een gedeeltelijke versperring van de dwarsdoorsnede geeft die wordt bezet door de vloeistof met lage viscositeit en een zijdelingse verplaatsing van de vloeistof met lage viscositeit met de daaruit voortspruitende vorming van een ringvormige stroom. Deze werkwijze is ook gericht op een geleidelijke toeneming van de druk bij de uitlaat van de pomp 22 tot
 25 een maximum en daarna het verminderen van de hoogte van de druk met de tijd totdat de druk een stabiele toestand bereikt. De hoogte van de maximale druk en de tijd die nodig is voor deze fase in de werking hangt ook af van de parameters die betrekking hebben op de mate van stroomvergroting door de pomp 22.

- Als de omstandigheden van stabiele toestand en ringvormige stroom eenmaal zijn bereikt, wordt de pomp 18 gestart om de stroom van visceuze olie in de pijpleiding 12 van het mondstuk 16 op gang te
 30 brengen. Ook hier wordt de aflevering van visceuze olie vanaf de pomp 18 geleidelijk vergroot. Zoals weergegeven in figuur 1 wordt de aflevering geregeld door het verstellen van een motor 20 met variabele snelheid die is verbonden met de pomp 18. Volgens een andere mogelijkheid kan de aflevering worden geregeld op de wijze zoals weergegeven in figuur 2 door gebruikmaking van een omloopleiding 24 met een regelklep 26. De druktoename tengevolge van het starten van de pomp 18 is afhankelijk van de mate
 35 waarin visceuze olie door de pomp 18 wordt afgeleverd. De waarde daarvan is veel kleiner dan de drukpiek die wordt verkregen gedurende het stadium van opbouw van vloeistof met lage viscositeit en is afhankelijk van de lengte, de diameter van de buis en de eigenschappen van de visceuze olie.

- Het is gebleken dat de drukpiek die ontstaat gedurende het opnieuw starten volgens het onderhavige voorstel kan worden verkleind door activering van natuurlijke oppervlakte-actieve bestanddelen in de olie
 40 door toevoeging van basen aan de vloeistof met lage viscositeit. Als water wordt gebruikt als vloeistof met lage viscositeit kan natriumsilicaat tot ongeveer 0,04% worden toegevoegd voor het tot een minimum beperken van de drukpiek.

- Verder is gebleken dat de werkwijze volgens het onderhavige voorstel bijzonder bruikbaar is bij het opnieuw starten van de kernstroom van extra zware oliën en bitumen, dat wil zeggen oliën welke een
 45 soortgelijke gewicht hebben in het gebied van ongeveer 1,02 tot ongeveer 0,96 gram per milliliter en viscositeiten tot ongeveer 2.000 Pa.s. Verder worden door de werkwijze volgens het onderhavige voorstel in hoofdzaak grote drukfluctuaties in het systeem vermeden terwijl aanzienlijk de drukwaarden bij de aflevering van de pompen 18 en 22 worden verlaagd.

- Om de voordelen van het onderhavige voorstel te demonstreren werden de volgende voorbeelden
 50 uitgevoerd.

Voorbeeld 1

- De kernstroom werd opnieuw gestart met gebruikmaking van de werkwijze volgens het onderhavige voorstel in een buis met een diameter van 20 cm (8 inch) en een lengte van 1 km na een stilstandsperiode van 121
 55 uur. Eerst werd water ingespoten bij omgevingstemperaturen met een stroomsnelheid in de orde van grootte van 1 gpm. De stroom water werd vervolgens vergroot tot een maximale stroomsnelheid van 16 gpm. De mate van vergroting was 2 gpm/min. Een ingaande waterfractie van 4% werd gebruikt. Nadat de stabiele

toestand was bereikt, werd een stroom van Zuata-ruwe olie, met een soortelijk gewicht van 1,01 en een viscositeit van 100 Pa.s op gang gebracht. De tijd waarin de kernstroom tot stand werd gebracht was 11 minuten. Figuur 3 geeft een tijd-druk-verloop weer gedurende het opnieuw starten waarbij de statische druk bij de ingang van de buis is weergegeven.

- 5 De kernstroom werd ook opnieuw gestart door het starten van de pomp voor visceuze olie slechts 0,5 minuten nadat de waterpomp de maximale waarde van 11,5 gpm had bereikt.

Vergelijking van figuren 3 en 4 geeft duidelijk weer het geleidelijke karakter van het opnieuw starten volgens het onderhavige voorstel. Deze vergelijking geeft ook weer de verschillen in maximale druk die ontstaan gedurende het opnieuw starten.

10

Voorbeeld II

De kernstroom werd opnieuw gestart met gebruikmaking van de werkwijze volgens het onderhavige voorstel in dezelfde buis als in Voorbeeld I na 97 uur stilstand, met een maximale wateraflevering van 24 gpm en het starten van de pomp voor visceuze olie 3 minuten daarna. Figuur 5 geeft het betrekkelijk gelijkmatig

- 15 karakter van het proces van opnieuw starten volgens het onderhavige voorstel weer.

Conclusies

- 20 1. Werkwijze voor het na een onderbreking herstarten van het door een pijpleiding verpompen van visceuze olie onder toevoeging van een laagvisceuze vloeistof, waarbij onder stabiele pompomstandigheden een kernstroom van de visceuze olie wordt ingesteld, omgeven door een mantelstroom van de laagvisceuze vloeistof, met het kenmerk, dat bij het herstarten begonnen wordt met het op gang brengen van een stroom laagvisceuze vloeistof in een inlaatgedeelte van de pijpleiding, waarvan de stroomsnelheid geleidelijk wordt
- 25 vergroot totdat een gewenste stabiele toestand is bereikt, waarna de stroom visceuze olie in het genoemde inlaatgedeelte van de pijpleiding op gang wordt gebracht.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof op in hoofdzaak lineaire wijze geleidelijk wordt verhoogd.

- 30 3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het geleidelijk verhogen van de stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof wordt uitgevoerd volgens de vergelijking:

$$Q = (Q_{\max}/T_o)T \quad (1)$$

waarin Q = vergroting van de stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof;

Q_{\max} = maximale stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof in de stabiele toestand;

T_o = tijd die overeenkomt met het tot stand brengen van de kern-ringvormige stroom; en

- 35 T = tijd die is verlopen vanaf het opnieuw starten;

waarbij T_o kan worden verkregen uit $T_o = kT_s^{1/2}$ waarin T_s = stilstandtijd en K = constant.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de gewenste stabiele toestand de kritische stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof is, welke nodig is voor het vormen van een mantelstroom rond de kernstroom.

- 40 5. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat vóór of tijdens het herstarten natriumsilicaat wordt toegevoegd aan de laagvisceuze vloeistof, waardoor een natuurlijk oppervlakte actief middel geactiveerd wordt ter beperking van een zich bij het opstarten ontwikkelende piekdruk.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij de laagvisceuze vloeistof water bevat, met het kenmerk, dat bij benadering minder dan 0,04% natriumsilicaat wordt toegevoegd.

- 45 7. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in de gewenste stabiele toestand de fractie en de stroomsnelheid van de laagvisceuze vloeistof in hoofdzaak gelijk is gemaakt aan die welke heerste tijdens het verpompen voor een tot de herstart leidende onderbreking.

8. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de visceuze olie een soortelijk gewicht heeft van 1,02–0,96 gr/ml en een viscositeit heeft van ongeveer 2.000 Pa.s.

50

55

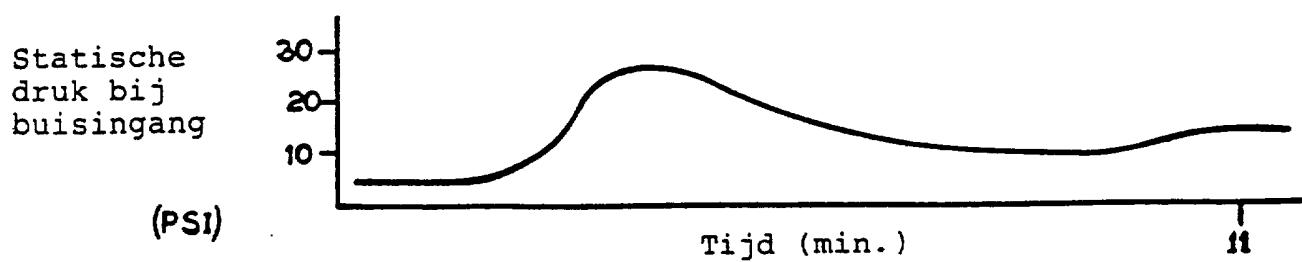
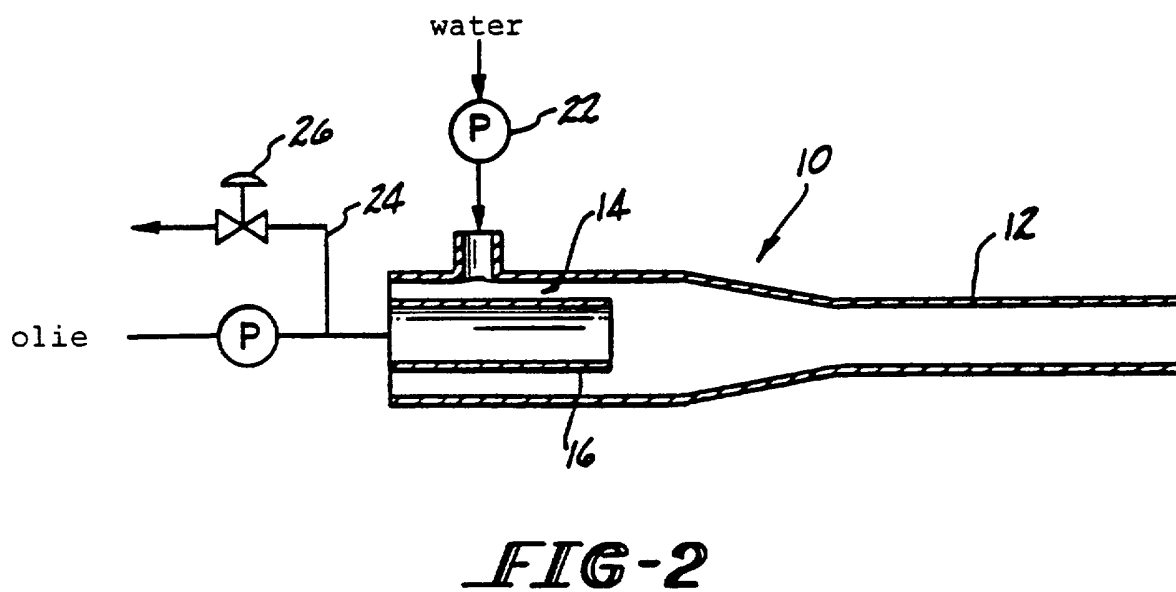
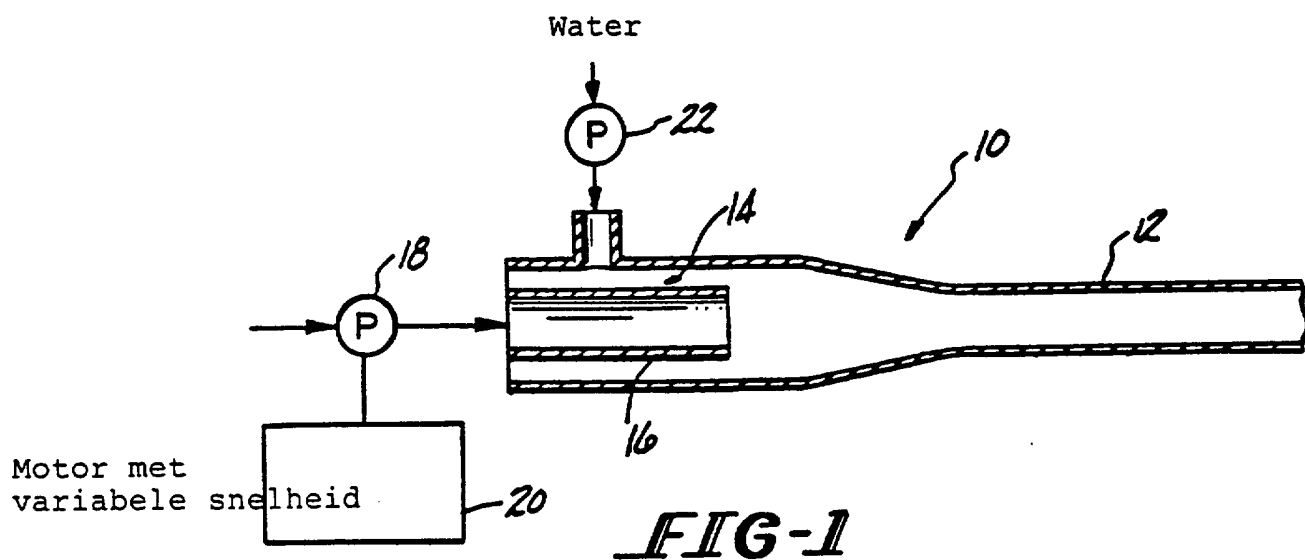


FIG-3

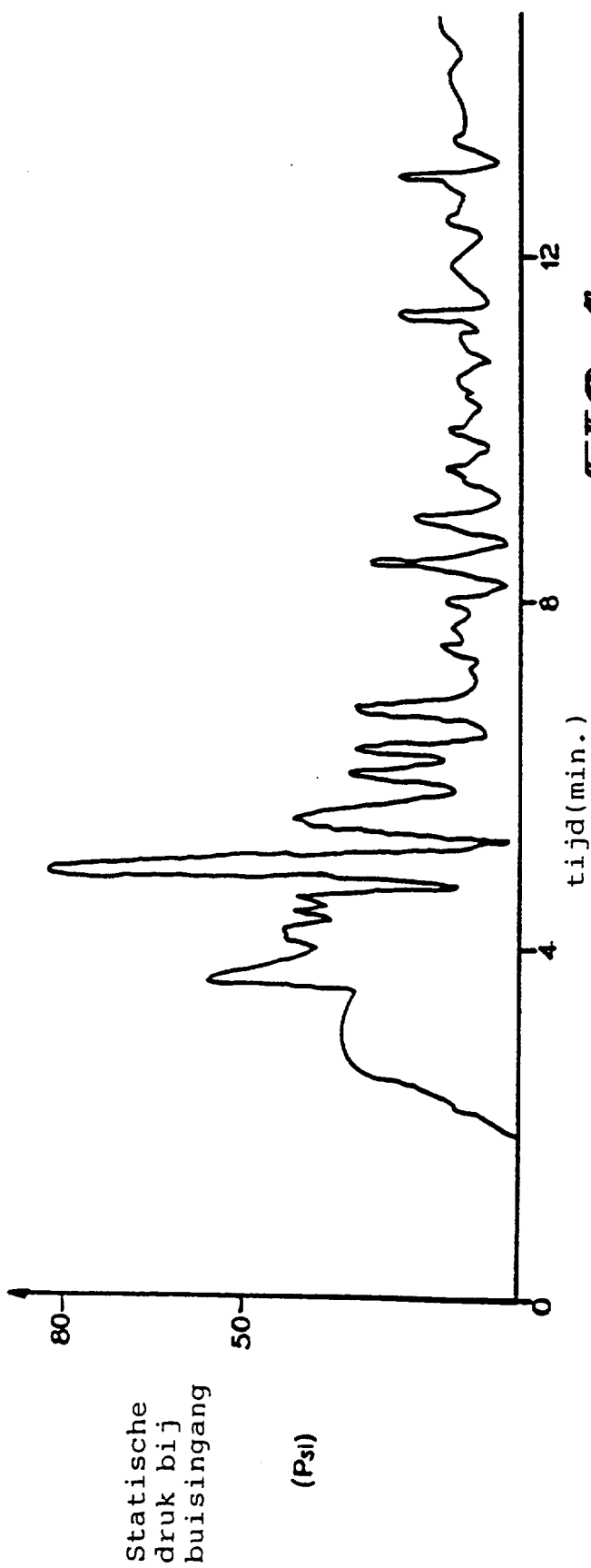


FIG-4

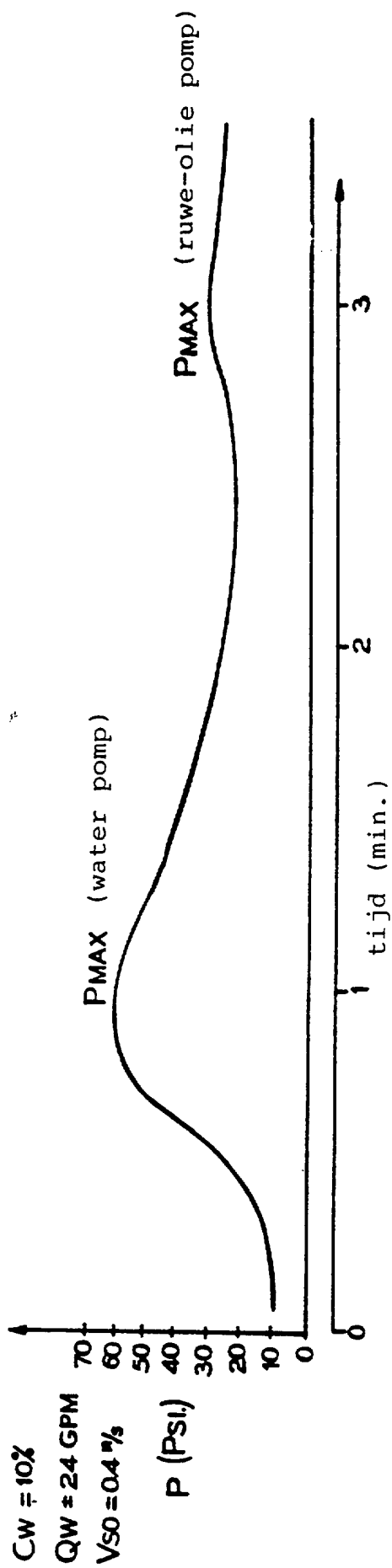


FIG-5